

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-142144

(43)Date of publication of application : 25.05.2001

(51)Int.Cl.

G03B 21/14  
G02B 26/08  
G03B 21/00

(21)Application number : 11-321408

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 11.11.1999

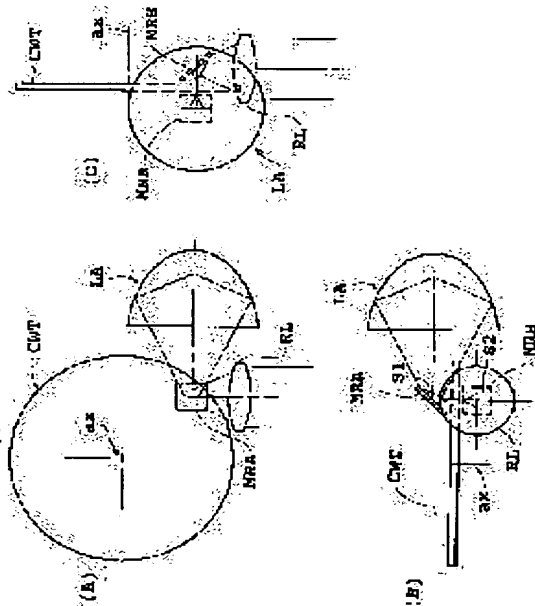
(72)Inventor : SAWAMURA SHIGERU  
SAWAI YASUMASA  
OSADA HIDEKI

## (54) ILLUMINATING SYSTEM AND PROJECTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an illuminating system for a projector capable of attaining a thin projector without reducing the diameter of a color wheel.

**SOLUTION:** The projector is provided with a lamp LA for emitting illuminating light, the color wheel CWT for transmitting the illuminating light so that the color of the transmitted light may be successively switched temporally, a 1st deflecting mirror MRA for deflecting the illuminating light which is not made incident on the color wheel CWT yet, and a 2nd deflecting mirror MRB for deflecting the illuminating light transmitted through the color wheel CWT. The illuminating light made incident on the 1st deflecting mirror MRA and the illuminating light outgoing from the 2nd deflecting mirror MRB are respectively nearly perpendicular to the rotary axis(ax) of the color wheel CWT.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-142144

(P2001-142144A)

(43) 公開日 平成13年 6 月25 日 (2001. 5. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	7-コード <sup>*</sup> (参考)
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	A 2 H 0 4 1
G 0 2 B 28/08		G 0 2 B 28/08	E
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願平11-321408	(71) 出願人	000008079 ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪国際ビル
(22) 出願日	平成11年11月11日 (1999. 11. 11)	(72) 発明者	藤村 滋 大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	藤井 靖昌 大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
		(74) 代理人	100085501 弁理士 佐野 幹夫

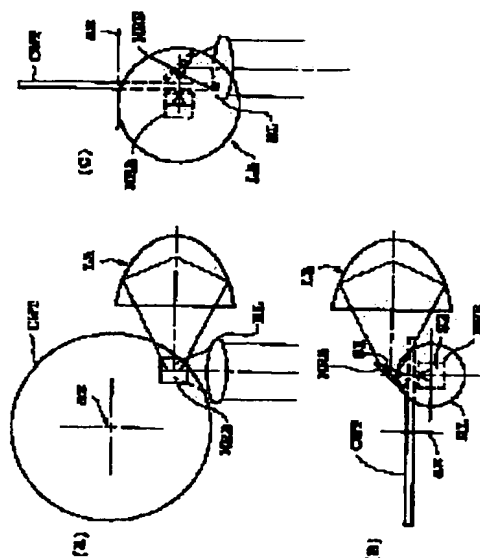
続き頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明システムとプロジェクター

(57) 【要約】

【課題】 カラーホイールの径を小さくしなくても、プロジェクターを薄型化することができるプロジェクター用照明システムを提供する。

【解決手段】 照明光を発するランプ(LA)と、透過光色が時間的に順次切り替わるように照明光を透過させるカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向ミラー(MRA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向を行う第2偏向ミラー(MRB)と、を有する。第1偏向ミラー(MRA)に入射する照明光と第2偏向ミラー(MRB)を射出する照明光とが、それぞれカラーホイール(CWT)の回転軸(ax)に対して略垂直である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明光を発するランプと、射出光色が時間的に順次切り替わるように照明光を透過又は反射させるカラーホイールと、前記カラーホイールに入射する前の照明光の偏向を行う第 1 偏向部材と、前記カラーホイールを射出した後の照明光の偏向を行う第 2 偏向部材と、を有するプロジェクター用の照明システムであって、

前記第 1 偏向部材に入射する照明光と前記第 2 偏向部材を射出する照明光とが、それぞれ前記カラーホイールの回転軸に対して略垂直であることを特徴とする照明システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の照明システムと、その照明システムからの照明光を演調する表示素子と、その表示素子で演調された光で画像投影を行う投影光学系と、を有するプロジェクターであって、前記投影光学系の光軸と前記カラーホイールの回転軸とが略垂直であることを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は照明システムとそれを用いたプロジェクターに関するものであり、更に詳しくは、投影画像のカラー化のためにカラーホイールを備えた照明システムと、それを用いてカラー画像を投影するプロジェクターと、に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 24 及び図 25 に、従来のプロジェクターの光学構成を示す。図 24 は表示素子である DMD (Digital Micromirror Device) (3) の背面側から見たプロジェクターの正面図であり、図 25 は上方から見たプロジェクターの上面図である。このプロジェクターは、照明システムと、その照明システムからの照明光を演調する DMD (3) と、DMD (3) で演調された光を投影する投影光学系 (4) と、を有している。そして上記照明システムは、ランプ (LA)、透過型のカラーホイール (CWT)、インテグレートロッド (IR)、第 1 ～ 第 3 リレーレンズ (RL1 ～ RL3)、偏角プリズム (1)、及び TIR (Total Internal Reflection) プリズム (2) で構成されている。

【0003】 ランプ (LA) から発せられた照明光は、まずカラーホイール (CWT) を透過する。このカラーホイール (CWT) は、透過光色の異なる複数 (R、G、B 等) のカラーフィルターで構成されており、DMD (3) を照明する色光が時間的に順次切り替わるように、モーター等で回転可能 (ax: 回転軸) に構成されている。カラーホイール (CWT) を射出した照明光は、インテグレートロッド (IR) を透過することにより、DMD (3) の表示面上での照度分布が均一化される。インテグレートロッド (IR) を射出した照明光は、第 1、第 2 リレーレンズ (RL1、RL2) を通過した後、四角柱形状の偏角プリズム (1) に入射する。偏角プリズム (1) に入射した照明光は、反射面 (RT) で全反

射された後、反射面 (RM) でミラー反射され、更に反射面 (RT) を透過して偏角プリズム (1) を射出する。

【0004】 偏角プリズム (1) で光路が折り曲げられた照明光は、第 3 リレーレンズ (RL3) を通過した後、TIR プリズム (2) 内で角度変換される。TIR プリズム (2) は、第 1 プリズム (2a) と第 2 プリズム (2b) とから成っており (図 25)、この TIR プリズム (2) によって、DMD (3) に対する入力光と出力光との分離が行われる。第 1 プリズム (2a) には第 3 リレーレンズ (RL3) が接合されているので、第 3 リレーレンズ (RL3) を通過した照明光はそのまま第 1 プリズム (2a) に入射する。第 1 プリズム (2a) に入射した照明光は、第 2 プリズム (2b) と対向している反射面 (第 1、第 2 プリズム (2a、2b) の対向面は、所定の空気間隔をあけて略平行に位置している。) で全反射され、DMD (3) を斜め 45° 方向から照明する。そして、その照明光は DMD (3) での反射により光演調される。

【0005】 DMD (3) は、各マイクロミラーが 2 つの傾き状態 (ON 状態と OFF 状態) をとり得るように構成されているため、ON 状態のマイクロミラーでは照明光が投影光学系 (4) に向けて反射され、OFF 状態のマイクロミラーでは照明光が投影光学系 (4) 外に向けて反射される。したがって、ON 状態のマイクロミラーで反射されたのち第 1、第 2 プリズム (2a、2b) の順で TIR プリズム (2) を透過した光が、投影光学系 (4) に入射することにより、被投影面 (不図示) 上に表示画像を形成することになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 市場では現在、薄くコンパクトなモバイルプロジェクターが要望されている。しかし、上述した従来のプロジェクターでは、カラーホイール (CWT) が上下に突出するように垂直配置されているため (図 24)、他の構成要素を上下方向に薄くしてもプロジェクター全体としての薄型化を達成することができない。これは反射型のカラーホイールを用いた場合でも同様である。径の小さいカラーホイール (CWT) を使用すれば、その分照明システムが薄くなるのでプロジェクターも薄型化される。しかし、カラーホイール (CWT) の径を小さくするほど、以下のような問題が生じてしまう。

【0007】 図 26 (A) に示すように、透過光色が R、G、B の 3 つのカラーフィルター (F1 ～ F3) から成るカラーホイール (CWT) を想定した場合、照明光 (LB) が各カラーフィルター (F1 ～ F3) の境目付近に入射すると、そこを透過した照明光 (LB) には混色が生じてしまい、その結果、投影画像の色純度が低下することになる。照明光 (LB) が各カラーフィルター (F1 ～ F3) の境目付近を通過する間 (図 26 中の off area)、DMD (3) を OFF 状態にすれば、この混色を防ぐことは可能である。しかし、DMD (3) が OFF 状態の間は画像投影が行われないことになり、また、カラーホイール (CWT) の径を小さくするほど、図

26(B)に示すようにカラーホイール(CWT)の全エリアに対するOFF状態のエリア(off area)の角度比が大きくなる。このため、投影画像は暗くなってしまふ。このように、カラーホイール(CWT)の径を小さくすると、投影画像の照度や色純度の低下を招くことになるので、カラーホイール(CWT)の径を小さくせずにプロジェクターを薄くする方法が望まれている。

【0008】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、第1の目的は、カラーホイールの径を小さくしなくても、プロジェクターを薄型化することができるプロジェクター用照明システムを提供することにある。また第2の目的は、その照明システムを用いて、照度低下や色純度低下のない投影画像が得られる、薄くコンパクトなプロジェクターを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために、第1の発明の照明システムは、照明光を発するランプと、射出光色が時間的に順次切り替わるように照明光を透過又は反射させるカラーホイールと、前記カラーホイールに入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向部材と、前記カラーホイールを射出した後の照明光の偏向を行う第2偏向部材と、を有するプロジェクター用の照明システムであって、前記第1偏向部材に入射する照明光と前記第2偏向部材を射出する照明光とが、それぞれ前記カラーホイールの回転軸に対して略垂直であることを特徴とする。

【0010】上記第2の目的を達成するために、第2の発明のプロジェクターは、上記第1の発明の照明システムと、その照明システムからの照明光を変調する表示素子と、その表示素子で変調された光で画像投影を行う投影光学系と、を有するプロジェクターであって、前記投影光学系の光軸と前記カラーホイールの回転軸とが略垂直であることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した照明システムとプロジェクターを、図面を参照しつつ説明する。なお、前述した従来例(図24～図26)や実施の形態等の相互で、同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

【0012】《第1の実施の形態(No.1, 図1)》図1に、第1の実施の形態の照明システムを示す。図1(A)が上面図であり、図1(B)が正面図であり、図1(C)が側面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、透過光色が時間的に順次切り替わるように照明光を透過させる透過型のカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向ミラー(MRA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向を行う第2偏向ミラー(MRB)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。

【0013】第1偏向部材である第1偏向ミラー(MRA)は第1反射面(S1)を有し、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光は第1反射面(S1)での反射により偏向する。一方、第2偏向部材である第2偏向ミラー(MRB)は第2反射面(S2)を有し、カラーホイール(CWT)を透過した後の照明光は第2反射面(S2)での反射により偏向する。なお、第1、第2偏向ミラー(MRA, MRB)はいずれも平面ミラーであり、第1、第2反射面(S1, S2)がそのミラー面である。

【0014】ランプ(LA)から発せられた照明光は、第1偏向ミラー(MRA)の第1反射面(S1)で反射された後、カラーホイール(CWT)を透過する。カラーホイール(CWT)は、透過光色の異なる複数(R, G, B等)のカラーフィルタで構成されており、表示素子(不図示)を照明する色光が時間的に順次切り替わるように、モーター等で回転可能(ax: 回転軸)に構成されている。カラーホイール(CWT)を透過した照明光は、第2偏向ミラー(MRB)の第2反射面(S2)で反射された後、リレー光学系(RL)を通過する。

【0015】透過型のカラーホイール(CWT)を有する第1の実施の形態においては、第1偏向ミラー(MRA)に入射する照明光と第2偏向ミラー(MRB)を射出する照明光とが、それぞれカラーホイール(CWT)の回転軸(ax)に対して略垂直に構成されている。この垂直関係を満たすようにカラーホイール(CWT)と照明光路との関係を設定すれば、カラーホイール(CWT)が上下に突出せずに水平配置された状態になる。カラーホイール(CWT)が水平配置された状態になれば、カラーホイール(CWT)の径を小さくしなくても、照明システムの薄型化を達成することが可能となる。したがって、この照明システムを用いれば、市場で要望されている薄くコンパクトなモバイルプロジェクターを実現することができる。また、プロジェクターを薄型化する(つまり背を低くする)上でカラーホイール(CWT)の径を小さくする必要がないため、照度低下や色純度低下のない投影画像を得ることができる。

【0016】《第2の実施の形態(No.2, 図2)》図2に、第2の実施の形態の照明システムを示す。図2の正面図で示すように、この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム(PRA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向を行う第2偏向プリズム(PRB)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。

【0017】この実施の形態の特徴は、第1偏向部材として第1偏向プリズム(PRA)を用い、第2偏向部材として第2偏向プリズム(PRB)を用いた点にあり、そのほかは前記第1の実施の形態(図1)と同様の構成になっている。第1偏向プリズム(PRA)は第1反射面(S1)を有し、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光は第1反射

面(S1)での反射により偏向する。一方、第2偏向プリズム(PRB)は第2反射面(S2)を有し、カラーホイール(CWT)を透過した後の照明光は第2反射面(S2)での反射により偏向する。第1、第2反射面(S1, S2)はいずれも金属蒸着が施されたミラーコート面であり、第1、第2反射面(S1, S2)での偏向は前記第1の実施の形態と同様に行われる。また、第1偏向プリズム(PRA)に入射する照明光と第2偏向プリズム(PRB)を射出する照明光とが、それぞれカラーホイール(CWT)の回転軸(ax)に対して略垂直に構成されているので、第1の実施の形態と同様の薄型化効果が達成される。

【0018】《第3の実施の形態(No. 3, 図3)》図3に、第3の実施の形態の照明システムを示す。図3(A)が上面図であり、図3(B)が正面図であり、図3(C)が側面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向ミラー(MRA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向及びその空間的なエネルギー分布の均一化を行うインテグレートロッド(IR)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。

【0019】この実施の形態の特徴は、第2反射面(S2)を有するインテグレートロッド(IR)を第2偏向部材として用いた点にある。第2反射面(S2)での偏向は前記第1の実施の形態(図1)と同様に行われ、また、第1偏向ミラー(MRA)に入射する照明光とインテグレートロッド(IR)を射出する照明光とは、それぞれカラーホイール(CWT)の回転軸(ax)に対して略垂直に構成されているので、第1の実施の形態と同様の薄型化効果が達成される。

【0020】インテグレートロッド(IR)の入射端面から入射してきた照明光は、まず第2反射面(S2)で反射される。インテグレートロッド(IR)は、多角柱形状のガラス体、あるいは複数枚のミラーを組み合わせて成る中空筒体である。したがって、インテグレートロッド(IR)に様々な角度で入射してきた照明光は、第2反射面(S2)での反射後、インテグレートロッド(IR)の側面で何度も繰り返し反射されることにより、空間的なエネルギー分布(すなわち照度分布)が均一化される。そして、表示素子(不図示)の表示面と共役な射出端面から拡散光として射出した後、リレー光学系(RL)を通過する。

【0021】《第4の実施の形態(No. 4, 図4)》図4に、第4の実施の形態の照明システムを示す。図4(A)が上面図であり、図4(B)が正面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム(PRA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向を行う第2偏向プリズム(PRB)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。

【0022】この実施の形態の特徴は、全反射面(S1)を

有する第1偏向プリズム(PRA)を第1偏向部材として用いた点にあり、そのほかは前記第2の実施の形態(図2)と同様の構成になっている。第1偏向プリズム(PRA)は第1反射面(S1)を有し、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光は第1反射面(S1)での全反射により偏向する。このときの全反射条件を満たすために、第1反射面(S1)に対する入射角度は前記第2の実施の形態よりもわずかに大きくなっている。しかし、前記第2の実施の形態と同様、第1偏向プリズム(PRA)に入射する照明光と第2偏向プリズム(PRB)を射出する照明光とが、それぞれカラーホイール(CWT)の回転軸(ax)に対して略垂直に構成されているため、前記第1の実施の形態(図1)と同様の薄型化効果が達成される。

【0023】《第5の実施の形態(No. 5, 図5)》図5に、第5の実施の形態の照明システムを示す。図5(A)が上面図であり、図5(B)が正面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム(PRA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向及びその空間的なエネルギー分布の均一化を行うインテグレートロッド(IR)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、第3の実施の形態(図3)と同様、第2反射面(S2)を有するインテグレートロッド(IR)を第2偏向部材として用いた点にあり、そのほかは前記第4の実施の形態(図4)と同様の構成になっている。

【0024】《第6の実施の形態(No. 6, 図6)》図6に、第6の実施の形態の照明システムを示す。図6(A)が上面図であり、図6(B)が正面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、ランプ(LA)からの照明光を集光するコンデンサーレンズ(CL)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、照明光の偏向を行う第1、第2偏向プリズム(PRA, PRB)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、ランプ(LA)のリフレクターが、放物面で光源(LS)からの照明光を反射させる放物面鏡(M1)と、その放物面鏡(M1)で反射された照明光の一部を反射させて光源(LS)の位置に戻す平面鏡(m1)と、で構成されている点にある。

【0025】光源(LS)は放物面鏡(M1)の焦点位置にあるため、光源(LS)から発せられた照明光は、放物面鏡(M1)での反射によりランプ光軸(AX0)に対して略平行になる。放物面鏡(M1)の開口の下半分(カラーホイール(CWT)の裏面側)は、ランプ光軸(AX0)に対して垂直な反射面を有する平面鏡(m1)で覆われている。このため、放物面鏡(M1)の下半分で反射された照明光は、平面鏡(m1)での反射後、もとの光路を遡って光源(LS)位置に戻るようになる。そして、放物面鏡(M1)の上半分で反射された照明光と共に、開口の上半分から射出される。放物面鏡(M1)が

ら射出した照明光は、Dカット形状のコンデンサーレンズ(CL)を通過した後、第1偏向プリズム(PrA)に入射する。第1偏向プリズム(PrA)に入射した後の照明光は、前記第4の実施の形態(図4)と同様の光学作用を受けてリレー光学系(RL)を射出する。なおコンデンサーレンズ(CL)は、平面鏡(m1)で覆われた下半分が不要なのでDカットされているが、一般的な円形状であってももちろん構わない。

【0026】放物面鏡(M1)及び平面鏡(m1)から成る上記上記リフレクターを用いると、ランプ光軸(AX0)をカラーホイール(CWT)の遠端面に対して平行(すなわち回転軸(ax)に対して垂直)にしても、第1反射面(S1)での全反射条件を満たすことができる。したがって図6に示すように、第1偏向プリズム(PrA)に入射する照明光と第2偏向プリズム(PrB)を射出する照明光とを、それぞれカラーホイール(CWT)の回転軸(ax)に対して略垂直にすることが可能である。この垂直関係を満たすようにカラーホイール(CWT)と照明光路との関係を設定すれば、カラーホイール(CWT)が上下に突出せずに水平配置された状態になる。カラーホイール(CWT)が水平配置された状態になれば、カラーホイール(CWT)の径を小さくしなくても、照明システムの薄型化を達成することが可能となるため、前述したように薄くコンパクトなプロジェクターで、照度・色純度の低下のない投影画像を得ることができる。

【0027】《第7の実施の形態(No. 7, 図7)》図7に、第7の実施の形態の照明システムを示す。図7(A)が上面図であり、図7(B)が正面図である。この照明システムは、放物面鏡(M1)及び平面鏡(m1)から成るリフレクターを有するランプ(LA)と、ランプ(LA)からの照明光を集光するコンデンサーレンズ(CL)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム(PrA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向及びその空間的なエネルギー分布の均一化を行うインテグレートロッド(IR)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、第3の実施の形態(図3)等と同様、第2反射面(S2)を有するインテグレートロッド(IR)を第2偏向部材として用いた点にあり、そのほかは前記第6の実施の形態(図6)と同様の構成になっている。

【0028】《第8の実施の形態(No. 8, 図8)》図8に、第8の実施の形態の照明システムを示す。図8(A)が上面図であり、図8(B)が正面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、照明光の偏向を行う第1、第2偏向プリズム(PrA, PrB)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、ランプ(LA)のリフレクターが、楕円面で光源(LS)からの照明光を反射させる楕円面鏡(M2)と、そ

の楕円面鏡(M2)で反射された照明光の一部を反射させて光源(LS)の位置に戻す球面鏡(m2)と、で構成されている点にある。

【0029】光源(LS)は楕円面鏡(M2)の第1焦点位置にあるため、光源(LS)から発せられた照明光は、楕円面鏡(M2)での反射により第2焦点位置で結像することになる。球面鏡(m2)は、楕円面鏡(M2)の第2焦点を中心とする球面の一部から成る凸の反射面を有しており、楕円面鏡(M2)の開口の略下半分(カラーホイール(CWT)の裏面側)は、球面鏡(m2)で覆われている。このため、楕円面鏡(M2)の下半分で反射された照明光は、球面鏡(m2)での反射後、もとの光路を辿って光源(LS)位置に戻るようになる。そして、楕円面鏡(M2)の上半分で反射された照明光と共に、開口の上半分から射出される。楕円面鏡(M2)から射出した照明光は、第1偏向プリズム(PrA)に入射する。第1偏向プリズム(PrA)に入射した後の照明光は、前記第4の実施の形態(図4)等と同様の光学作用を受けてリレー光学系(RL)を射出する。

【0030】楕円面鏡(M2)及び球面鏡(m2)から成る上記リフレクターを用いると、ランプ光軸(AX0)をカラーホイール(CWT)の遠端面に対して平行(すなわち回転軸(ax)に対して垂直)にしても、第1反射面(S1)での全反射条件を満たすことができる。したがって図8に示すように、第1偏向プリズム(PrA)に入射する照明光と第2偏向プリズム(PrB)を射出する照明光とを、それぞれカラーホイール(CWT)の回転軸(ax)に対して略垂直にすることが可能である。この垂直関係を満たすようにカラーホイール(CWT)と照明光路との関係を設定すれば、カラーホイール(CWT)が上下に突出せずに水平配置された状態になる。カラーホイール(CWT)が水平配置された状態になれば、カラーホイール(CWT)の径を小さくしなくても、照明システムの薄型化を達成することが可能となるため、前述したように薄くコンパクトなプロジェクターで、照度・色純度の低下のない投影画像を得ることができる。

【0031】《第9の実施の形態(No. 9, 図9)》図9に、第9の実施の形態の照明システムを示す。図9(A)が上面図であり、図9(B)が正面図である。この照明システムは、楕円面鏡(M2)及び球面鏡(m2)から成るリフレクターを有するランプ(LA)と、透過型のカラーホイール(CWT)と、カラーホイール(CWT)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム(PrA)と、カラーホイール(CWT)を射出した後の照明光の偏向及びその空間的なエネルギー分布の均一化を行うインテグレートロッド(IR)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、第3の実施の形態(図3)等と同様、第2反射面(S2)を有するインテグレートロッド(IR)を第2偏向部材として用いた点にあり、そのほかは前記第9の実施の形態(図9)と同様の構成になっている。

【0032】《第10の実施の形態(No. 10, 図10)》  
図10に、第10の実施の形態の照明システムを示す。  
図10(A)が上面図であり、図10(B)が正面図である。  
この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、反  
射光色が時間的に順次切り替わるように照明光を反射さ  
せる反射型のカラーホイール(CWR)と、カラーホイール  
(CWR)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリ  
ズム(PrA)と、カラーホイール(CWR)を射出した後の照明  
光の偏向を行う第2偏向プリズム(PrB)と、リレー光学  
系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムで  
ある。

【0033】第1偏向部材である第1偏向プリズム(Pr  
A)は第1反射面(S1)を有し、カラーホイール(CWR)に入  
射する前の照明光は第1反射面(S1)での反射により偏向  
する。一方、第2偏向部材である第2偏向プリズム(Pr  
B)は第2反射面(S2)を有し、カラーホイール(CWR)で反  
射された後の照明光は第2反射面(S2)での反射により偏  
向する。また、第1反射面(S1)は照明光を反射させる全  
反射面となっており、第1、第2偏向プリズム(PrA, Pr  
B)の対向面は所定の空気間隔をあけて略平行に位置し  
ている。つまり、第1偏向プリズム(PrA)と第2偏向プリ  
ズム(PrB)とで、いわゆるTIRプリズムを構成してい  
るのである。

【0034】ランプ(LA)から発せられた照明光は、まず  
第1偏向プリズム(PrA)に入射する。この第1偏向プリ  
ズム(PrA)は第1反射面(S1)での全反射条件を満たす直  
角プリズムから成っており、これに入射した照明光は第  
1反射面(S1)で全反射される。第1反射面(S1)で全反  
射した照明光は、第1偏向プリズム(PrA)から一旦射出  
した後、カラーホイール(CWR)で反射される。カラーホイ  
ール(CWR)は、反射光色の異なる複数(R, G, B等)のカ  
ラーフィルターで構成されており、表示素子(不図示)を  
照明する色光が時間的に順次切り替わるように、モー  
ター等で回転可能(ax: 回転軸)に構成されている。カラ  
ーホイール(CWR)で反射した照明光は、再び第1偏向プリ  
ズム(PrA)に入射し、第1反射面(S1)を透過する。そし  
て、第1反射面(S1)と対向している面を透過して、第2  
偏向プリズム(PrB)に入射する。第2偏向プリズム(PrB)  
に入射した照明光は、第2反射面(S2)で反射されて第2  
偏向プリズム(PrB)を射出した後、リレー光学系(RL)を  
通過する。この第2反射面(S2)は金属蒸着が施されたミ  
ラーコート面であるが、全反射面であっても構わない。

【0035】反射型のカラーホイール(CWR)を有する第  
10の実施の形態においても、第1偏向プリズム(PrA)  
に入射する照明光と第2偏向プリズム(PrB)を射出する  
照明光とが、それぞれカラーホイール(CWR)の回転軸(ax)  
に対して略垂直に構成されている。この垂直関係を満  
たすようにカラーホイール(CWR)と照明光路との関係を  
設定すれば、カラーホイール(CWR)が上下に突出せずに  
水平配置された状態になる。カラーホイール(CWR)が水

平配置された状態になれば、カラーホイール(CWR)の径  
を小さくしなくても、照明システムの薄型化を達成する  
ことが可能となる。したがって、この照明システムを用  
いれば、市場で要望されている薄くコンパクトなモバ  
イルプロジェクターを実現することができる。また、プロ  
ジェクターを薄型化する(つまり背を低くする)上でカラ  
ーホイール(CWR)の径を小さくする必要がないため、照  
度低下や色純度低下のない投影画像を得ることができ  
る。

【0036】プロジェクター用の照明システムに反射型  
のカラーホイール(CWR)を色分解系として用いる場合、  
カラーホイール(CWR)に対する入射光と反射光との分離  
が必要となる。第10の実施の形態では、全反射面(S1)  
を有する第1偏向プリズム(PrA)を用いて、その分離を  
角度的に行う構成をとっている。反射型のカラーホイ  
ール(CWR)に対する入射光と反射光との分離に、全反  
射面を有する偏向部材を使用すると、その分離は角度選  
択による分離となる。このため、カラーホイール(CWR)  
に対する入射光の光束角や光源像が大きくても、入射  
光と反射光との分離を効率良く行うことができる。つま  
り、光源像が大きくても入射光と反射光との重なりに  
起因する光線の損失がなく、また光束角を小さくする  
必要がないので光伝達効率の低下等も生じない。したが  
って、この照明システムをプロジェクターに用いれば、  
明るい投影画像を得ることができる。

【0037】第1、第2反射面(S1, S2)のうちの少な  
くとも1面が照明光を反射させる全反射面であれば、  
上述したように高い効率で入射光と反射光とを分離す  
ることができる。したがって、第2反射面(S2)を全反  
射面としてもよい。また、全反射面でない偏向面は必  
ずしも反射面である必要がないので、例えば屈折面、  
回折面等の偏向作用を有する光学面を第2反射面(S2)  
の代わりに用いても、同様の機能を実現することは可  
能である。

【0038】《第11の実施の形態(No. 11, 図11)》  
図11に、第11の実施の形態の照明システムを示す。  
図11(A)が上面図であり、図11(B)が正面図である。  
この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、  
反射型のカラーホイール(CWR)と、カラーホイール(CWR)  
に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム  
(PrA)と、カラーホイール(CWR)を射出した後の照明  
光の偏向及びその空間的なエネルギー分布の均一化を  
行うインテグレートロッド(IR)と、リレー光学系(RL)  
と、を有するプロジェクター用の照明システムである。  
この実施の形態の特徴は、第2反射面(S2)を有する  
インテグレートロッド(IR)を第2偏向部材として用  
いた点にある。第2反射面(S2)での偏向は前記第10  
の実施の形態(図10)と同様に行われ、また、第1偏  
向プリズム(PrA)に入射する照明光とインテグレート  
ロッド(IR)を射出する照明光とは、それぞれカラー  
ホイール(CWR)の回転軸(ax)に対して略垂直に構  
成されているので、第10の実施の形



態と同様の薄型化効果が達成される。

【0039】インテグレートロッド(1R)の入射端面は、対向する第1偏向プリズム(PrA)の第1反射面(S1)に対し所定の空気間隙をあけて略平行に位置している。その入射端面から入射してきた照明光は、まず第2反射面(S2)で反射される。インテグレートロッド(1R)は、多角柱形状のガラス体、あるいは複数枚のミラーを組み合わせて成る中空筒体である。したがって、インテグレートロッド(1R)に様々な角度で入射してきた照明光は、第2反射面(S2)での反射後、インテグレートロッド(1R)の側面でも度々繰り返し反射されることにより、空間的なエネルギー分布(すなわち照度分布)が均一化される。そして、表示素子(不図示)の表示面と共役な射出端面から拡散光として射出した後、リレー光学系(RL)を通過する。

【0040】《第12の実施の形態(No.12, 図12)》  
図12に、第12の実施の形態の照明システムを示す。図12(A)が上面図であり、図12(B)が正面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、ランプ(LA)からの照明光を集光するコンデンサーレンズ(CL)と、反射型のカラーホイール(CWR)と、照明光の偏向を行う第1、第2偏向プリズム(PrA, PrB)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、ランプ(LA)のリフレクターが、放物面で光源(LS)からの照明光を反射させる放物面鏡(M1)と、その放物面鏡(M1)で反射された照明光の一部を反射させて光源(LS)の位置に戻す平面鏡(m1)と、で構成されている点にある。

【0041】光源(LS)は放物面鏡(M1)の焦点位置にあるため、光源(LS)から発せられた照明光は、放物面鏡(M1)での反射によりランプ光軸(AX0)に対して略平行になる。放物面鏡(M1)の開口の下半分(カラーホイール(CWR)の裏面側)は、ランプ光軸(AX0)に対して垂直な反射面を有する平面鏡(m1)で覆われている。このため、放物面鏡(M1)の下半分で反射された照明光は、平面鏡(m1)での反射後、もとの光路を通過して光源(LS)位置に戻るようになる。そして、放物面鏡(M1)の上半分で反射された照明光と共に、開口の上半分から射出される。放物面鏡(M1)から射出した照明光は、Dカット形状のコンデンサーレンズ(CL)を通過した後、第1偏向プリズム(PrA)に入射する。第1偏向プリズム(PrA)に入射した後の照明光は、前記第10の実施の形態(図10)と同様の光学作用を受けてリレー光学系(RL)を射出する。なおコンデンサーレンズ(CL)は、平面鏡(m1)で覆われた下半分が不要なのでDカットされているが、一般的な円形状であってももちろん構わない。

【0042】放物面鏡(M1)及び平面鏡(m1)から成る上記上記リフレクターを用いると、ランプ光軸(AX0)をカラーホイール(CWR)の反射面に対して平行(すなわち回転軸(ax)に対して垂直)にしても、第1反射面(S1)での全反射条件を満たすことができる。したがって図12に

示すように、第1偏向プリズム(PrA)に入射する照明光と第2偏向プリズム(PrB)を射出する照明光とを、それぞれカラーホイール(CWR)の回転軸(ax)に対して略垂直にすることが可能である。この垂直関係を満たすようにカラーホイール(CWR)と照明光路との関係を設定すれば、カラーホイール(CWR)が上下に突出せずに水平配置された状態になる。カラーホイール(CWR)が水平配置された状態になれば、カラーホイール(CWR)の径を小さくしなくても、照明システムの薄型化を達成することが可能となるため、前述したように薄くコンパクトなプロジェクターで、照度・色純度の低下のない投影画像を得ることができる。

【0043】《第13の実施の形態(No.13, 図13)》  
図13に、第13の実施の形態の照明システムを示す。図13(A)が上面図であり、図13(B)が正面図である。この照明システムは、放物面鏡(M1)及び平面鏡(m1)から成るリフレクターを有するランプ(LA)と、ランプ(LA)からの照明光を集光するコンデンサーレンズ(CL)と、反射型のカラーホイール(CWR)と、カラーホイール(CWR)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム(PrA)と、カラーホイール(CWR)を射出した後の照明光の偏向及びその空間的なエネルギー分布の均一化を行うインテグレートロッド(1R)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、第11の実施の形態(図11)と同様、第2反射面(S2)を有するインテグレートロッド(1R)を第2偏向部材として用いた点にあり、そのほかは前記第12の実施の形態(図12)と同様の構成になっている。

【0044】《第14の実施の形態(No.14, 図14)》  
図14に、第14の実施の形態の照明システムを示す。図14(A)が上面図であり、図14(B)が正面図である。この照明システムは、照明光を発するランプ(LA)と、反射型のカラーホイール(CWR)と、照明光の偏向を行う第1、第2偏向プリズム(PrA, PrB)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、ランプ(LA)のリフレクターが、楕円面で光源(LS)からの照明光を反射させる楕円面鏡(M2)と、その楕円面鏡(M2)で反射された照明光の一部を反射させて光源(LS)の位置に戻す球面鏡(m2)と、で構成されている点にある。

【0045】光源(LS)は楕円面鏡(M2)の第1焦点位置にあるため、光源(LS)から発せられた照明光は、楕円面鏡(M2)での反射により第2焦点位置で結像することになる。球面鏡(m2)は、楕円面鏡(M2)の第2焦点を中心とする球面の一部から成る凸の反射面を有しており、楕円面鏡(M2)の開口の略下半分(カラーホイール(CWR)の裏面側)は、球面鏡(m2)で覆われている。このため、楕円面鏡(M2)の下半分で反射された照明光は、球面鏡(m2)での反射後、もとの光路を通過して光源(LS)位置に戻るようになる。そして、楕円面鏡(M2)の上半分で反射された照明

光と共に、開口の上半分から射出される。楕円面鏡(M2)から射出した照明光は、第1偏向プリズム(PrA)に入射する。第1偏向プリズム(PrA)に入射した後の照明光は、前記第10の実施の形態(図10)等と同様の光学作用を受けてリレー光学系(RL)を射出する。

【0046】楕円面鏡(M2)及び球面鏡(m2)から成る上記リフレクターを用いると、ランプ光軸(AX0)をカラーホイール(CWR)の反射面に対して平行(すなわち回転軸(ax)に対して垂直)にしても、第1反射面(S1)での全反射条件を満たすことができる。したがって図14に示すように、第1偏向プリズム(PrA)に入射する照明光と第2偏向プリズム(PrB)を射出する照明光とを、それぞれカラーホイール(CWR)の回転軸(ax)に対して略垂直にすることが可能である。この垂直関係を満たすようにカラーホイール(CWR)と照明光路との関係を設定すれば、カラーホイール(CWR)が上下に突出せずに水平配置された状態になる。カラーホイール(CWR)が水平配置された状態になれば、カラーホイール(CWR)の径を小さくしなくても、照明システムの薄型化を達成することが可能となるため、前述したように薄くコンパクトなプロジェクターで、照度・色純度の低下のない投影画像を得ることができる。

【0047】《第15の実施の形態(No.15, 図15)》  
図15に、第15の実施の形態の照明システムを示す。図15(A)が上面図であり、図15(B)が正面図である。この照明システムは、楕円面鏡(M2)及び球面鏡(m2)から成るリフレクターを有するランプ(LA)と、反射型のカラーホイール(CWR)と、カラーホイール(CWR)に入射する前の照明光の偏向を行う第1偏向プリズム(PrA)と、カラーホイール(CWR)を射出した後の照明光の偏向及びその空間的なエネルギー分布の均一化を行うインテグレートロッド(IR)と、リレー光学系(RL)と、を有するプロジェクター用の照明システムである。この実施の形態の特徴は、第11の実施の形態(図11)等と同様、第2反射面(S2)を有するインテグレートロッド(IR)を第2偏向部材として用いた点にあり、そのほかは前記第14の実施の形態(図14)と同様の構成になっている。

【0048】《各照明システム(図1～図15)の特徴》  
ここで、上述した各実施の形態の特徴点を表1にまとめて示す。なお、表中の番号(No.1～15)は、第1～第15の実施の形態にそれぞれ対応している。

【0049】

【表1】

〈第1～第15の実施の形態(図1～15)の特徴〉

No.	タイプ	第1 側内部材 (第1 反射面)	第2 側内部材 (第2 反射面)	リフレクター
1	透過型	平面ミラー (ミラー面)	平面ミラー (ミラー面)	楕円面鏡
2	透過型	プリズム (19-30面)	プリズム (19-30面)	楕円面鏡
3	透過型	平面ミラー (ミラー面)	インテグレートロッド (19-30面or全反射面)	楕円面鏡
4	透過型	プリズム (全反射面)	プリズム (19-30面)	楕円面鏡
5	透過型	プリズム (全反射面)	インテグレートロッド (19-30面or全反射面)	楕円面鏡
6	透過型	プリズム (全反射面)	プリズム (19-30面)	放物面鏡+平面鏡
7	透過型	プリズム (全反射面)	インテグレートロッド (19-30面or全反射面)	放物面鏡+平面鏡
8	透過型	プリズム (全反射面)	プリズム (19-30面)	楕円面鏡+球面鏡
9	透過型	プリズム (全反射面)	インテグレートロッド (19-30面or全反射面)	楕円面鏡+球面鏡
10	反射型	プリズム (全反射面)	プリズム (19-30面or全反射面)	楕円面鏡
11	反射型	プリズム (全反射面)	インテグレートロッド (19-30面or全反射面)	楕円面鏡
12	反射型	プリズム (全反射面)	プリズム (19-30面or全反射面)	放物面鏡+平面鏡
13	反射型	プリズム (全反射面)	インテグレートロッド (19-30面or全反射面)	放物面鏡+平面鏡
14	反射型	プリズム (全反射面)	プリズム (19-30面or全反射面)	楕円面鏡+球面鏡
15	反射型	プリズム (全反射面)	インテグレートロッド (19-30面or全反射面)	楕円面鏡+球面鏡

【0050】《第16の実施の形態；図16、図17》図16及び図17に、第16の実施の形態のプロジェクターを示す。図16はDMD(3)の背面側から見たプロジェクターの正面図であり、図17は上方から見たプロジェクターの上面図である。また図中、AX1は照明光軸であり、AX2は投影光軸である。このプロジェクターは、前記第11の実施の形態(図11)の照明システムと、その照明システムからの照明光を変調するDMD(3)と、表示素子であるDMD(3)で変調された光で画像投影を行う投影光学系(4)と、を有している。そして上記照明システムは、ランプ(LA)、反射型のカラーホイール(CWR)、第1偏向プリズム(PrA)、インテグレートロッド(IR)、前記リレー光学系(RL)に相当する第1～第3リレーレンズ(RL1～RL3)、偏角プリズム(1)、及びTIRプリズム(2)で構成されている。

【0051】ランプ(LA)から発せられた照明光は、第1偏向プリズム(PrA)に入射して第1反射面(S1)で反射された後、カラーホイール(CWR)で反射される。カラーホイール(CWR)は、反射光色の異なる複数(R、G、B等)のカラーフィルターで構成されており、DMD(3)を照明

する色光が時間的に順次切り替わるように、モーター等で回転可能(ax: 回転軸)に構成されている。カラーホイール(CWR)で反射された照明光は、インテグレートロッド(IR)に入射して、第2反射面(S2)で反射される。そして、インテグレートロッド(IR)を通過することにより、空間的なエネルギー分布が均一化される。このエネルギー分布の均一化により、DMD(3)の表示面上での軸上と軸外との照度差がなくなる。

【0052】インテグレートロッド(IR)を射出した照明光は、第1、第2リレーレンズ(RL1、RL2)を通過した後、四角柱形状の偏角プリズム(1)に入射する。偏角プリズム(1)に入射した照明光は、反射面(RT)で全反射された後、反射面(RM)でミラー反射され、更に反射面(RT)を透過して偏角プリズム(1)を射出する。つまり、偏角プリズム(1)内部の2つの反射面(RT、RM)により、照明光路は斜め上方に向けて鋭角に折り曲げられることになる。

【0053】偏角プリズム(1)で光路が折り曲げられた照明光は、第3リレーレンズ(RL3)を通過した後、TIRプリズム(2)内で角度変換される。TIRプリズム(2)

は、第1プリズム(2a)と第2プリズム(2b)とから成っており、このTIRプリズム(2)によって、DMD(3)に対する入力光と出力光との分離が行われる。第1プリズム(2a)には第3リレーレンズ(RL3)が接合されているので、第3リレーレンズ(RL3)を通過した照明光はそのまま第1プリズム(2a)に入射する。第1プリズム(2a)に入射した照明光は、第2プリズム(2b)と対向している反射面(第1、第2プリズム(2a, 2b)の対向面は、所定の空気間隔をあけて略平行に位置している。)で全反射され、DMD(3)を斜め45°方向から照明する。そして、その照明光はDMD(3)での反射により光変調される。

【0054】上記DMD(3)は、多数のマイクロミラーがマトリックス状に配置された表示面を有し、そのマイクロミラー1枚で表示画像の1画素を構成するものである。光変調のために各マイクロミラーの傾きは個別に駆動制御される構成になっており、各マイクロミラーはON状態とOFF状態との2つの傾き状態をとり得るようになっている。ON状態のマイクロミラーでは照明光が投影光学系(4)内に向けて反射され、OFF状態のマイクロミラーでは照明光が投影光学系(4)外に向けて反射される。したがって、ON状態のマイクロミラーで反射された光は、第1、第2プリズム(2a, 2b)の用でTIRプリズム(2)を透過した後、投影光学系(4)に入射することにより被投影面(例えばスクリーン面)上に到達する。その結果、明暗のパターンから成る表示画像が被投影面上に形成されることになる。

【0055】第1偏向プリズム(PrA)に入射する照明光とインテグレートロッド(IR)を射出する照明光とは、それぞれカラーホイール(CWR)の回転軸(ax)に対して略垂直に構成されている。このため、大きなカラーホイール(CWR)を有しているにもかかわらず、プロジェクターは薄くコンパクトに構成されている。さらに、投影光学系(4)の光軸(Ax2)とカラーホイール(CWR)の回転軸(ax)とが略垂直になっている。カラーホイール(CWR)の回転軸(ax)が投影光軸(Ax2)に対して略垂直であれば、カラーホイール(CWR)は上下に突出しない構成となるので、この関係からもプロジェクター全体の薄型化が達成される。

【0056】また、TIRプリズム(2)入射前の照明光路は、前述したように偏向プリズム(1)によって鈍角に折り曲げられるため、リレーレンズ(RL1, RL2)等による配置の制限が緩和される。したがって、ランプ(LA)が水平配置された状態で背が低くなり、プロジェクターは容易に薄型・コンパクト化される。また偏向プリズム(1)は、全反射面(RT)とミラー反射面(RM)を各1面有しており、全反射を行う反射面(RT)が透過面である射出面と兼用になっている。このように内部で全反射とミラー反射を行う偏向プリズム(1)を用いると、偏向プリズム(1)内で照明光路が重ね合わされるため、光路長が圧縮される。その結果、光学システムとしてのコンパクト化が達

成され、また大きな反射面を用いる必要もなくなる。

【0057】《第17の実施の形態；図18、図19》図18及び図19に、第17の実施の形態のプロジェクターを示す。図18は液晶素子(6)の背面側から見たプロジェクターの正面図であり、図19は上方から見たプロジェクターの上面図である。このプロジェクターは、前記第11の実施の形態(図11)の照明システムと、その照明システムからの照明光を変調する反射型の液晶素子(6)と、表示素子である液晶素子(6)で変調された光で画像投影を行う投影光学系(4)と、を有している。そして上記照明システムは、ランプ(LA)、反射型のカラーホイール(CWR)、第1偏向プリズム(PrA)、インテグレートロッド(IR)、前記リレー光学系(RL)に相当する第1～第3リレーレンズ(RL1～RL3)、及び偏光ビームスプリッタ(いわゆるPBS)(5)で構成されている。

【0058】ランプ(LA)から発せられた照明光は、第1偏向プリズム(PrA)に入射して第1反射面(S1)で反射された後、カラーホイール(CWR)で反射される。カラーホイール(CWR)は、反射光色の異なる複数(R, G, B等)のカラーフィルターで構成されており、液晶素子(6)を照明する色光が時間的に順次切り替わるように、モーター等で回転可能(ax: 回転軸)に構成されている。カラーホイール(CWR)で反射された照明光は、インテグレートロッド(IR)に入射して、第2反射面(S2)で反射される。そして、インテグレートロッド(IR)を通過することにより、空間的なエネルギー分布が均一化される。このエネルギー分布の均一化により、液晶素子(6)の表示面上での軸上と軸外との照度差がなくなる。

【0059】インテグレートロッド(IR)を射出した照明光は、第1～第3リレーレンズ(RL1～RL3)を通過した後、偏光ビームスプリッタ(5)に入射する。偏光ビームスプリッタ(5)に入射した照明光は、図19に示す偏光分離面(5a)でS偏光とP偏光とに分離される。S偏光の照明光は、偏光分離面(5a)で反射されて偏光ビームスプリッタ(5)を射出した後、液晶素子(6)を垂直に照明する。液晶素子(6)に入射した照明光は、各画素の表示に応じて選択的にP偏光(ON状態)、S偏光(OFF状態)のいずれかで反射されることにより光変調される。そして、液晶素子(6)から垂直方向に正反射された光(P偏光、S偏光)は、偏光ビームスプリッタ(5)に再度入射する。偏光ビームスプリッタ(5)はS偏光を反射させP偏光を透過させるので、液晶素子(6)でP偏光に変換された光のみが投影光学系(4)に入射する投影光となる。偏光ビームスプリッタ(5)を透過した投影光(P偏光)は、投影光学系(4)を通過して被投影面(例えばスクリーン面)上で結像する。

【0060】前記第16の実施の形態(図16、図17)と同様、第1偏向プリズム(PrA)に入射する照明光とインテグレートロッド(IR)を射出する照明光とが、それぞれカラーホイール(CWR)の回転軸(ax)に対して略垂直に

っており、また、投影光学系(4)の光軸(AX2)とカラーホイール(CWR)の回転軸(ax)とが略垂直になっている。したがって本実施の形態においても、第16の実施の形態と同様の薄型化効果が達成されている。

【0061】《第18の実施の形態；図20、図21》図20及び図21に、第18の実施の形態の 프로젝ターを示す。図20はDMD(3)の背面側から見た 프로젝ターの正面図であり、図21は上方から見た 프로젝ターの上図である。この実施の形態の特徴は、インテグレートロッド(IR)とほぼ同じ大きさのカラーホイール(CWR)を、インテグレートロッド(IR)上に重ねるようにして設けた点にあり、そのほかは前記第16の実施の形態(図16、図17)と同様の構成になっている。小型カラーホイール(CWR)をインテグレートロッド(IR)に重ねて水平配置することにより、省スペース化を図ることができる。この省スペース化により、電装系等の部材を配置するためのスペースが確保されるため、 프로젝ター全体としての小型化を達成することができる。

【0062】《第19の実施の形態；図22、図23》図22及び図23に、第19の実施の形態の 프로젝ターを示す。図22はDMD(3)の側面側から見た 프로젝ターの正面図であり、図22(A)はランプ(LA)から平面ミラー(7)までの構成、図22(B)は平面ミラー(7)から投影光学系(4)までの構成を示している。また、図23はDMD(3)の正面側から見た 프로젝ターの上図である。この 프로젝ターは、前記第11の実施の形態(図11)の照明システムと、DMD(3)と、投影光学系(4)と、を有しており、その照明システムは、ランプ(LA)、反射型のカラーホイール(CWR)、第1偏向プリズム(PrA)、インテグレートロッド(IR)、前記リレー光学系(RL)に相当する第1〜第3リレーレンズ(RL1〜RL3)、平面ミラー(7)、及びTIRプリズム(2)で構成されている。

【0063】ランプ(LA)から発せられた照明光は、前記第16の実施の形態(図16、図17)と同様の光路をたどって第2リレーレンズ(RL2)を射出した後、図23に示すように平面ミラー(7)で反射される。平面ミラー(7)で光路が折り返された照明光は、第3リレーレンズ(RL3)を通過した後、TIRプリズム(2)内で角度変換される。第1プリズム(2a)に入射した照明光は、図22(B)に示すように全反射等を行った後、第2プリズム(2b)を透過してDMD(3)を斜め45°方向から照明する。その照明光はDMD(3)での反射により光変調され、第2プリズム(2b)での全反射の後、投影光学系(4)に入射することにより被投影面上に表示画像を形成する。

【0064】この実施の形態では、DMD(3)もカラーホイール(CWR)と同様に水平配置されているため、 프로젝ターはより一層薄型化されたものになっている。DMD(3)を保持する基板もDMD(3)と共に水平配置さ

れることになるため、DMD(3)自体が小さくても、実際に 프로젝ターを薄くする効果は大きなものとなる。

【0065】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、第1偏向部材に入射する照明光と第2偏向部材を射出する照明光とが、それぞれカラーホイールの回転軸に対して略垂直になっているため、カラーホイールの径を小さくしなくても、 프로젝ターを薄型化することができる。したがって、照度低下や色純度低下のない投影画像を得ることができる。さらに、投影光学系の光軸とカラーホイールの回転軸とを略垂直にすることにより、より薄くコンパクトな 프로젝ターを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図2】第2の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図3】第3の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図4】第4の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図5】第5の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図6】第6の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図7】第7の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図8】第8の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図9】第9の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図10】第10の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図11】第11の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図12】第12の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図13】第13の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図14】第14の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図15】第15の実施の形態の照明システムを示す光学構成図。

【図16】第16の実施の形態の 프로젝ターの光学構成を示す正面図。

【図17】第16の実施の形態の 프로젝ターの光学構成を示す上図。

【図18】第17の実施の形態の 프로젝ターの光学

構成を示す正面図。

【図19】第17の実施の形態のプロジェクターの光学構成を示す上面図。

【図20】第18の実施の形態のプロジェクターの光学構成を示す正面図。

【図21】第18の実施の形態のプロジェクターの光学構成を示す上面図。

【図22】第19の実施の形態のプロジェクターの光学構成を示す正面図。

【図23】第19の実施の形態のプロジェクターの光学構成を示す上面図。

【図24】従来のプロジェクターの光学構成例を示す正面図。

【図25】従来のプロジェクターの光学構成例を示す上面図。

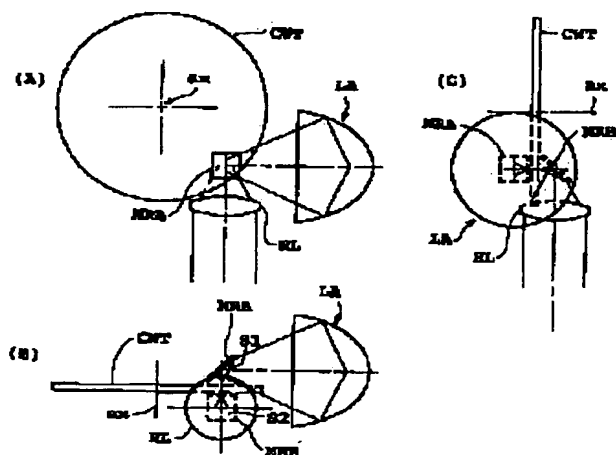
【図26】カラーホイールの大きさとカラーホイール上で照明光が占める角度比との関係を説明するための光路図。

# 【符号の説明】

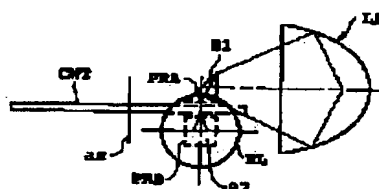
LA …ランプ  
CWR …反射型のカラーホイール  
CWT …透過型のカラーホイール  
ax …回転軸  
MRA …第1偏向ミラー(第1偏向部材)  
MRB …第2偏向ミラー(第2偏向部材)  
PRA …第1偏向プリズム(第1偏向部材)  
PRB …第2偏向プリズム(第2偏向部材)  
PrA …第1偏向プリズム(第1偏向部材)

PrB …第2偏向プリズム(第2偏向部材)  
S1 …第1反射面  
S2 …第2反射面  
RL …リレー光学系  
IR …インテグレートロッド(第2偏向部材)  
CL …コンデンサーレンズ  
LS …光源  
M1 …放物面鏡  
m1 …平面鏡  
M2 …楕円面鏡  
m2 …球面鏡  
RL1 …第1リレーレンズ  
RL2 …第2リレーレンズ  
RL3 …第3リレーレンズ  
1 …偏角プリズム  
RT …反射面  
RM …反射面  
2 …TIRプリズム  
2a …第1プリズム  
2b …第2プリズム  
3 …DMD(表示素子)  
4 …投影光学系  
5 …偏光ビームスプリッター  
5a …偏光分離面  
6 …反射型の液晶素子(表示素子)  
AX0 …ランプ光軸  
AX1 …照明光軸  
AX2 …投影光軸(投影光学系の光軸)

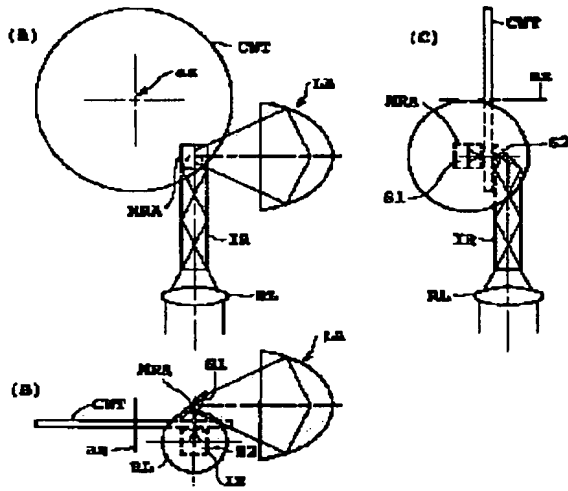
【図1】



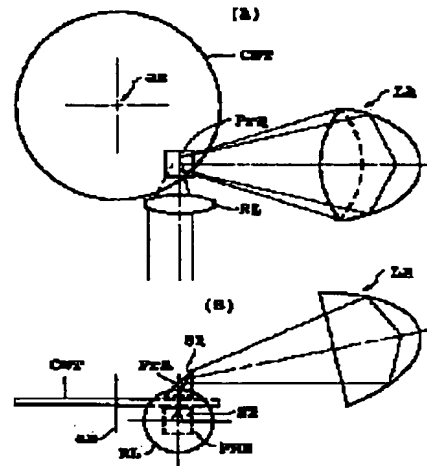
【図2】



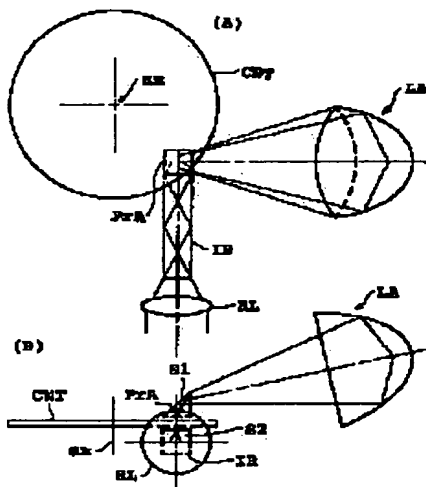
【図3】



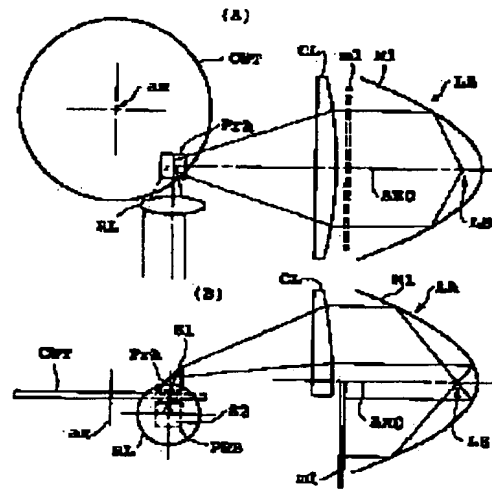
【図4】



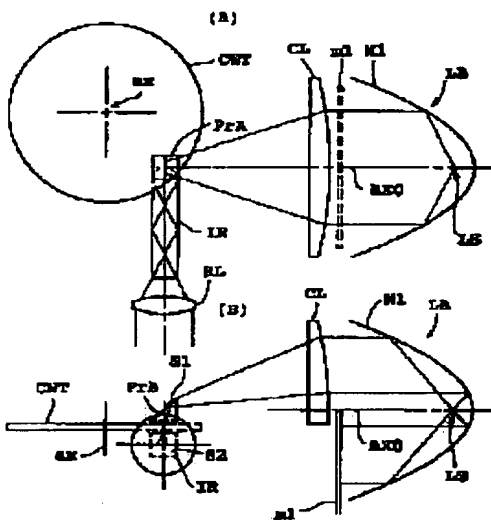
【図5】



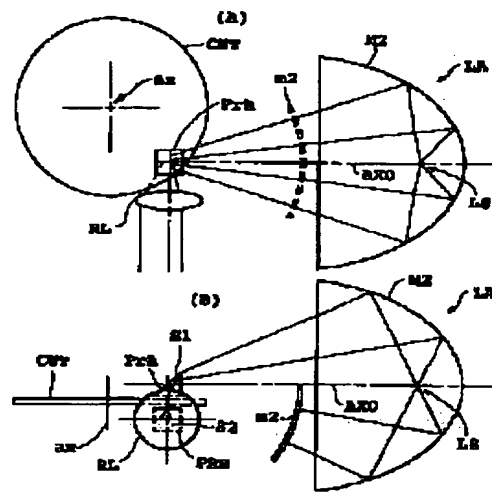
【図6】



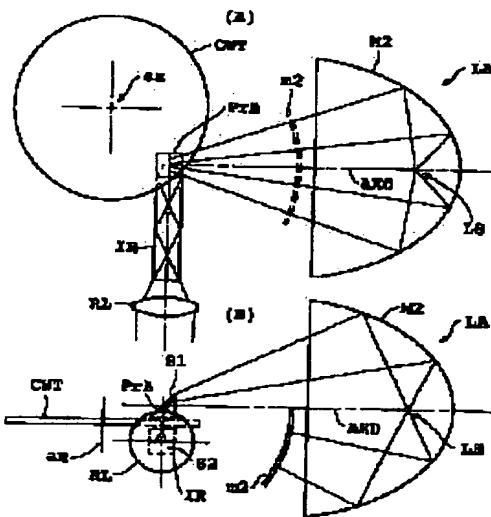
【図 7】



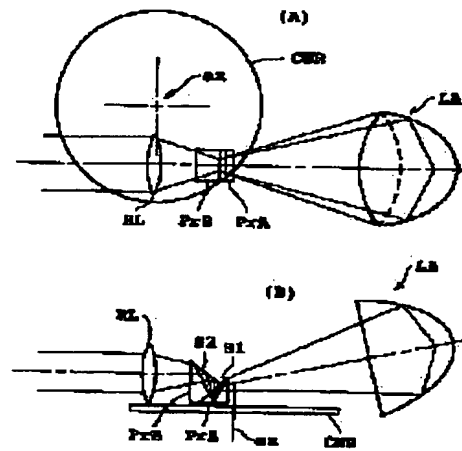
【図 8】



【図 9】

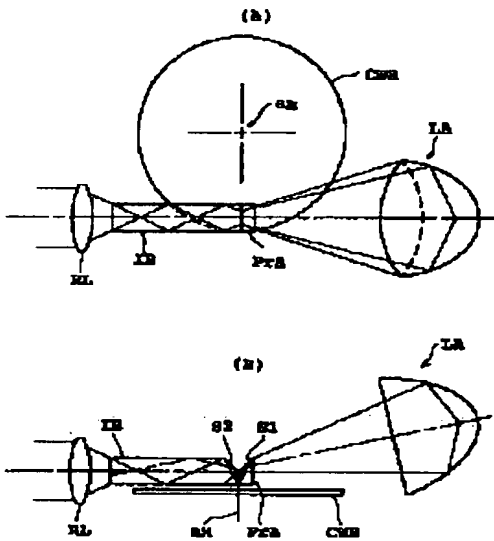


【図 10】

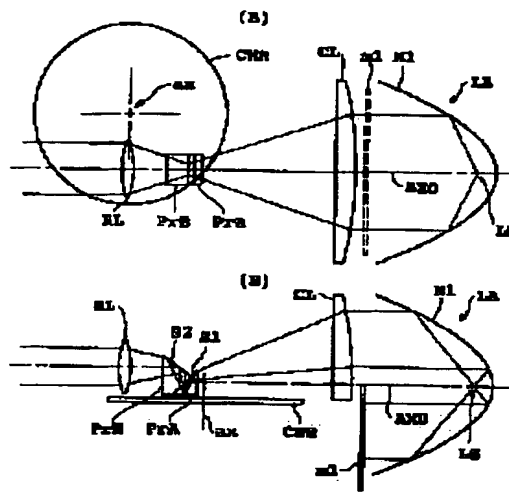




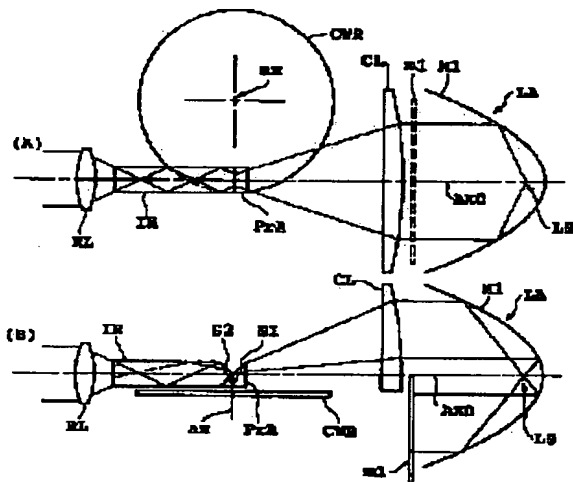
【図11】



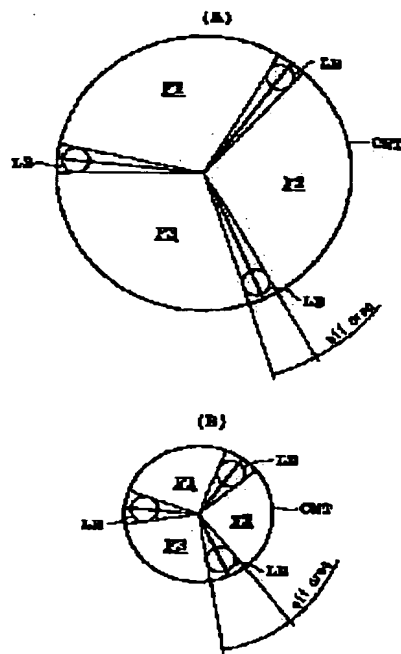
【図12】



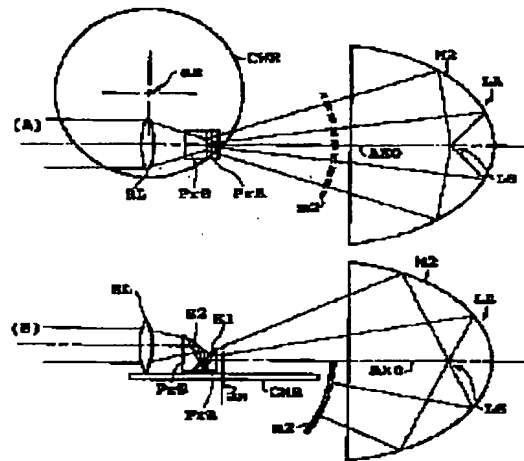
【図13】



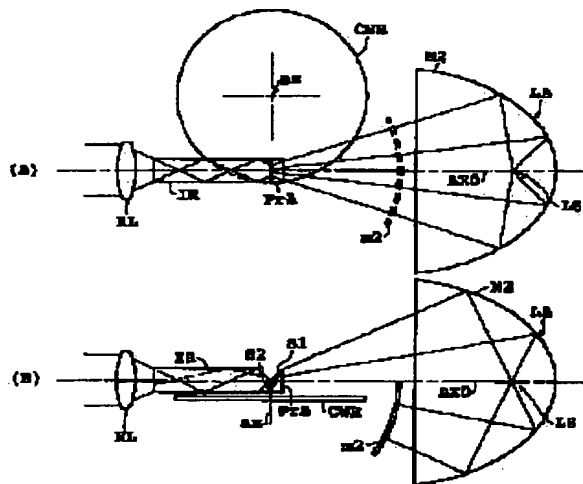
【図26】



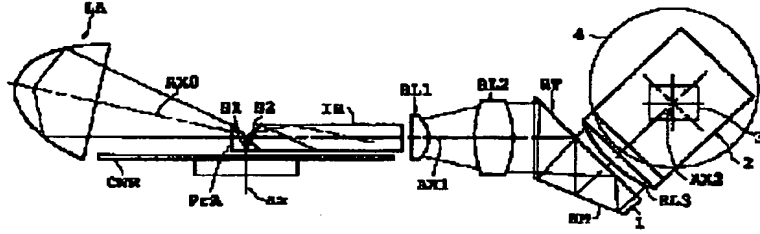
[圖 14]



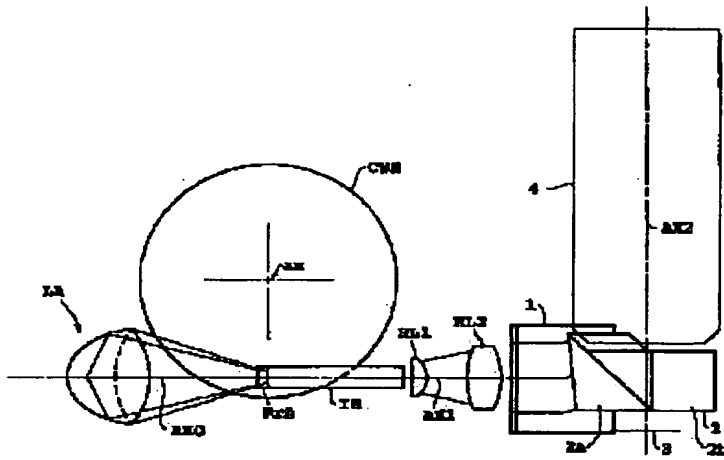
[圖 15]



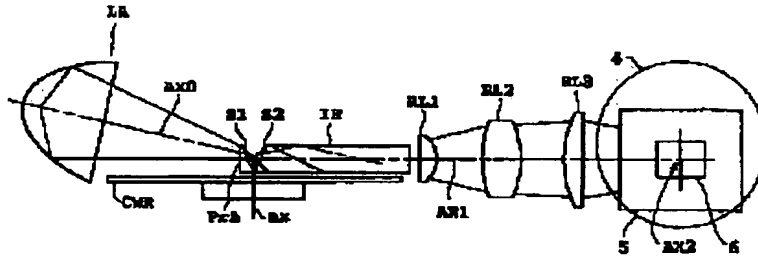
【図16】



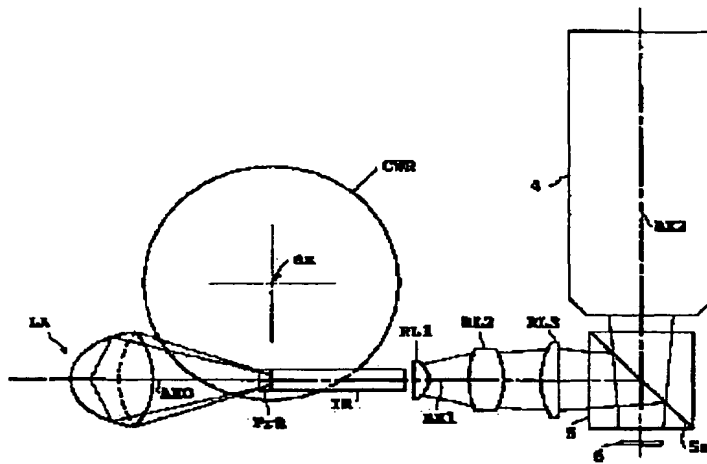
【図17】



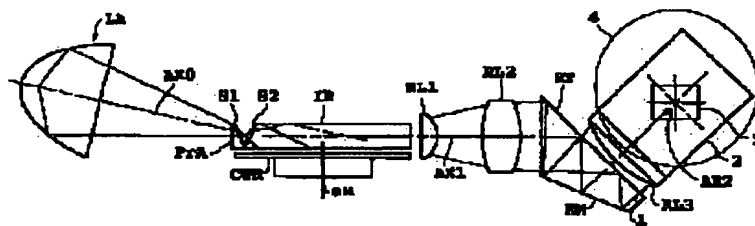
【図18】



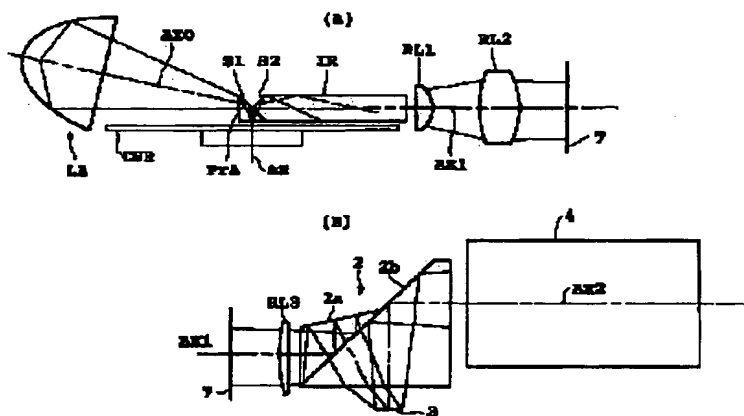
【図19】



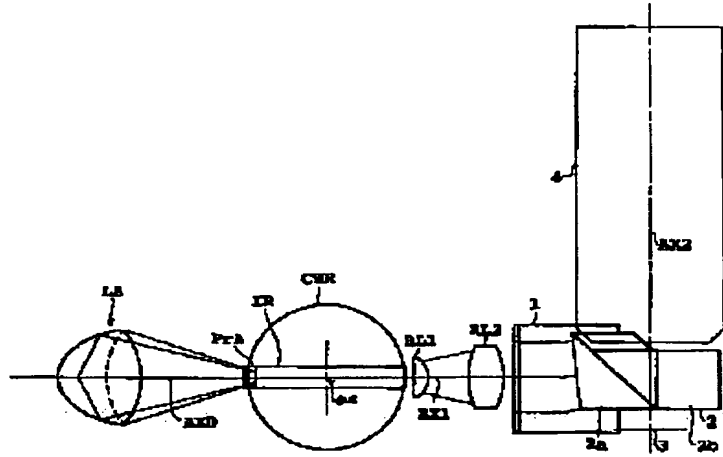
【図20】



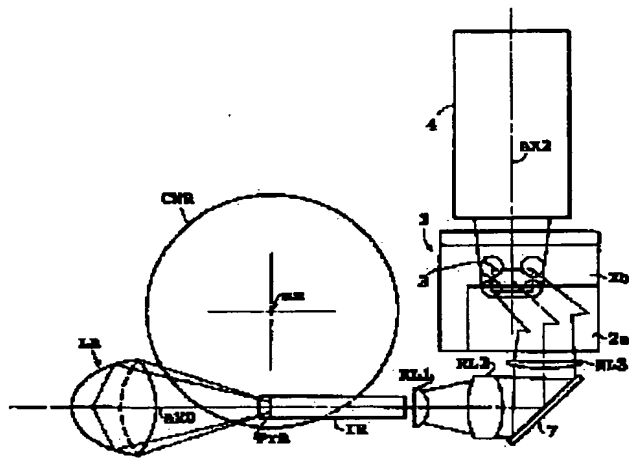
【図22】



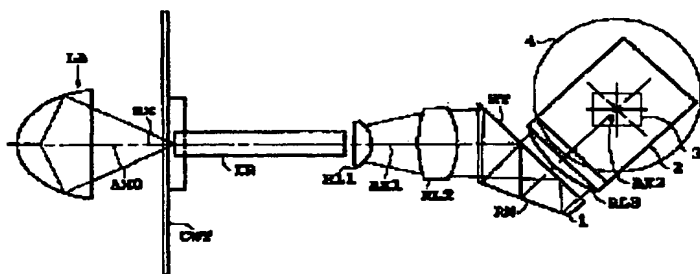
【図 2 1】



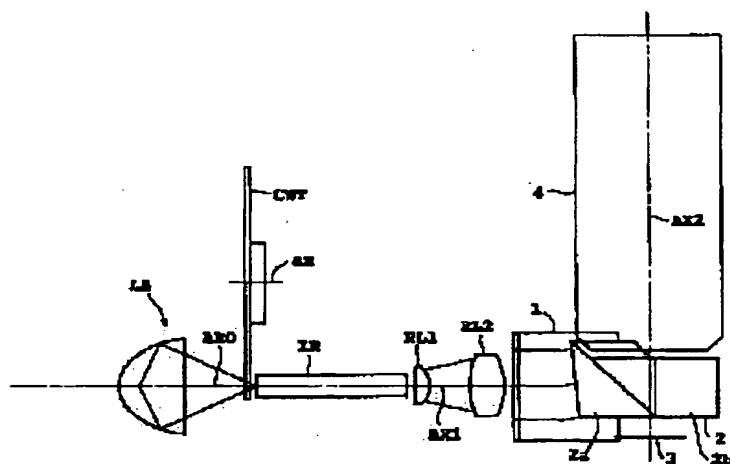
【図 2 3】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(72)発明者 長田 英喜  
大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪  
国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 2H041 AA21 AB10 AC01 AZ02 AZ03